

# Pourquoi la maintenance ?

Henri Arnoux (46)

La maintenance, qu'est-ce que c'est ?

Avant de donner la définition la plus récente de ce terme, pourquoi ne pas faire un peu d'étymologie et rechercher le sens qu'il a pu avoir dans l'histoire et le suivre dans ses pérégrinations ?

Maintenance vient du verbe maintenir qui signifiait au Moyen Âge : *protéger, gouverner* et, déjà ! *entretenir*. Il avait donné naissance à deux dérivés : maintenance et maintenant, qui avaient fort logiquement le sens de : *protection, pouvoir et préservation*.

Les deux termes ont disparu à la fin du Moyen Âge et les auteurs du grand siècle les ignoraient. Comme cela s'est produit souvent, un des deux mots, maintenance, était passé dans le vocabulaire anglais, où il s'est d'ailleurs enrichi de significations juridiques, et il nous est revenu au début des années 1950, en traversant cette fois non pas la Manche mais l'Atlantique. La maintenance, au sens technique et actuel du terme cette fois, est une fille de la Seconde Guerre mondiale et de l'armée américaine, et c'est dans cette acception que le mot a fait, très progressivement, son retour dans la langue française dont il était issu.

DANS son article "Maintenance : un nouveau regard sur la normalisation" Bernard Méchin nous explique entre autres comment un comité technique du comité européen de normalisation a défini le terme maintenance, en compagnie de 118 autres termes, cela au bout de plus de trois ans de discussions parfois très vives. La maintenance est donc : *"L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise."* Le terme de maintenance a déjà par lui-même une certaine conno-

tation statique et cette définition pourrait à première lecture confirmer ce sentiment. On pense au petit garçon de la légende hollandaise qui enfonce son doigt dans le trou par lequel la digue en avarie laisse passer l'eau de la mer : il fait de la maintenance puisqu'il maintient la digue dans un état dans lequel elle continue à remplir sa fonction requise, qui est d'arrêter la mer, et d'ailleurs il le dit : "**Je maintiendrai**", même si son intervention ne relève pas d'une technique très élaborée. La maintenance serait-elle seulement cette fonction statique ?

Les articles qui suivent montreront au lecteur qu'il n'en est rien et que la maintenance est une activité dynamique, qui évolue autant, sinon plus, que d'autres activités industrielles d'aujourd'hui, et que par ailleurs la maintenance peut participer à la solution de quelques-uns des grands problèmes de notre époque : la sécurité des personnes, l'emploi, la protection de l'environnement.

La maintenance évolue, et cela depuis l'époque où elle a commencé à être, modestement d'abord, puis de façon plus affirmée, une activité reconstruite. À l'origine, on avait tendance à intervenir sur un matériel seulement quand il était en panne, c'est-à-dire que l'on faisait uniquement ce qu'on appelle maintenant de la **maintenance corrective**, mais on a rapidement réalisé qu'il était nettement préférable d'intervenir avant la défaillance : le

passager d'un train n'apprécie pas tellement que la locomotive tombe en panne, et le passager d'un avion aime encore bien moins qu'il y ait des problèmes en vol ! De plus, il est presque toujours moins cher d'intervenir avant plutôt qu'après la défaillance, et on épargne les coûts indirects, qui peuvent atteindre des montants très élevés, par exemple lorsqu'une défaillance entraîne des dommages corporels ou des morts d'homme, ou des pollutions. La maintenance corrective a donc progressivement cédé la plus grande place à la **maintenance préventive**. (Même si l'objectif "zéro défaut" est très à la mode, il y aura toujours des pannes, on ne verra donc pas disparaître la maintenance corrective.)

Intervenir avant la défaillance, c'est bien, mais encore faut-il savoir quand ? Philippe Chenevier rappelle au début de son article sur la maintenance des Airbus qu'en 1930 la première règle d'entretien aéronautique édictée par l'administration américaine stipulait que "*les instruments et les équipements devront être révisés à intervalles suffisants pour assurer leur fonctionnement correct à tout moment*" ce qui était indiscutable, mais quelque peu insuffisant pour en déduire des règles opérationnelles précises. Il a donc fallu mettre au point des échéanciers en tenant compte de la longévité des composants d'un matériel. Cette longévité peut s'exprimer en temps, en général nombre d'heures de fonctionnement, mais aussi dans certains cas en durée calendaire, ou en nombre d'opérations (nombre d'atterrissages pour un pneu d'avion, nombre de déclenchements pour un disjoncteur). On peut aussi rencontrer des combinaisons de critères. Ces échéanciers définissent des programmes d'opérations plus ou moins importants comprenant des visites, des contrôles et des remplacements de pièces, exécutés *a priori* ou en fonction de l'état de la pièce. On parlera alors de **maintenance programmée**, ou de **maintenance systématique** si les opérations sont déclenchées par le compteur de temps ou d'unités d'usage, sans qu'il soit procédé à un contrôle d'état. Pour prendre un exemple de la vie cou-

rante, le propriétaire d'une voiture qui confie sa voiture au garagiste tous les 10 000 ou 20 000 kilomètres pour une révision fait de la maintenance systématique.

On a donc progressé depuis la maintenance après défaillance, mais cette procédure n'évite pas deux risques opposés : si la périodicité retenue est trop faible, on remplace des composants qu'on aurait pu maintenir plus longtemps en service, ce qui coûte cher à la fois en composants et en temps de travail <sup>(1)</sup>. Si au contraire, elle est trop longue on risque de voir survenir quand même des défaillances, et on n'aura pas atteint le but recherché. On s'efforcera donc de connaître l'état du bien considéré, de façon à n'intervenir que lorsque c'est nécessaire. Pour cela on suivra l'évolution de paramètres représentatifs de l'état du bien considéré : consommation spécifique d'énergie ou de matières (par exemple la masse de combustible consommé par kWh pour une unité de production d'électricité), niveau des températures ou des pressions ; on pourra aussi procéder à des contrôles non destructifs, qui ne nécessitent aucun démontage (analyse des huiles, analyse des vibrations, thermographie, etc.). On n'interviendra que si la valeur de ces paramètres ou le résultat de ces essais révèlent qu'une opération de maintenance est nécessaire. L'étude de ces paramètres ou des résultats de ces essais donne d'ailleurs en général des indications utiles sur l'intervention à exécuter, et sur les composants en fin de vie. Cette maintenance, qui est toujours de la **maintenance préventive**, s'appelle de la **maintenance conditionnelle**.

Ce suivi des paramètres représentatifs de l'état d'un bien va tout naturellement conduire à s'intéresser à leur évolution, disons pour faire simple à leur dérivée, et, à partir de la valeur actuelle d'un paramètre donné considéré comme représentatif et de sa dérivée, essayer de déterminer à l'avance à quel moment ce paramètre va atteindre la cote d'alerte. On aura donc la possibilité de faire à l'avance une programmation qui échappera aux défauts signalés à propos de la maintenance systématique. On est

alors au stade de la **maintenance prévisionnelle**. (Certains parlent de maintenance prédictive, mais il vaut mieux éviter ce terme qui a un léger parfum de prophétie, voire de voyance...)

Il n'a été question jusqu'ici que de la maintenance d'un bien qui existe, et on pourrait en conclure que la maintenance commence avec la vie opérationnelle de ce bien, mais ce serait une lourde erreur. En réalité, il faut commencer très tôt à penser à la maintenance d'un bien, et on notera que dans la définition de la maintenance on cite "*L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion durant le cycle de vie d'un bien*" or le cycle de vie, selon la même norme, débute à la conception du bien. La conception du bien ne signifie pas le moment où sont arrêtées ses spécifications mais bien le moment où l'on définit les performances attendues et le programme d'activité, les deux notions constituant un tout. Pour conserver à un bien les performances souhaitées par l'exploitant en respectant le programme d'activité qu'il a défini, il faut prévoir un programme de maintenance qui dans la plupart des cas contiendra à intervalles réguliers un **arrêt complet** de son fonctionnement. L'article de Jean-Louis Rotrubin et d'Emmanuel Chol nous montre que la disponibilité opérationnelle d'un sous-marin nucléaire lanceur d'engins, avec toutes les conditions de sécurité que demande la part du nucléaire à bord de ces navires, exige une longue période d'indisponibilité pendant laquelle tous les équipements sont débarqués, visités et remis en état si besoin est. Dans l'industrie, on parlera des "grands arrêts" qui ont la même finalité.

Naturellement il faut aussi penser à la maintenance au moment de l'établissement des plans et spécifications. L'article de Philippe Chenevier déjà cité montre que depuis le temps où l'administration américaine de l'aviation demandait des révisions à des intervalles suffisants pour assurer un fonctionnement correct à tout moment, les réglementations ont énormément

(1) Sans oublier que des démontages trop fréquents ne sont pas favorables à la longévité du bien.

évolué et la définition d'un plan de maintenance est encadrée par des prescriptions extrêmement rigoureuses qui ont un impact évident sur la conception même du bien.

Cette évolution, qui apparaît de façon particulièrement frappante dans le cas du transport aérien, s'explique facilement par une évolution de nos techniques qu'on pourrait, de façon évidemment simpliste et réductrice, symboliser par la fameuse devise olympique : *Citius, altius, fortius*. Dans le cas du transport aérien, cela peut d'une certaine manière résumer l'évolution des avions qui transportent de plus en plus vite et à une altitude de plus en plus élevée des passagers de plus en plus nombreux pour aller de plus en plus loin. Mais en contrepartie, les conséquences des accidents sont de plus en plus lourdes, et il est donc impératif de réduire ce risque d'accident, même si on ne doit jamais oublier que le risque zéro n'existe pas. On peut naturellement tenir le même raisonnement à propos des centrales nucléaires ou des grosses unités de production chimiques, pour ne citer que ces deux exemples. Dans tous les cas, une maintenance bien conçue et strictement exécutée constituera, en parallèle avec un respect rigoureux des règles de mise en œuvre, un des piliers de la sécurité.

Cette **sécurité** concerne naturellement les **personnes**, mais elle concerne aussi l'**environnement**. On peut rappeler par exemple qu'à l'occasion des deux dernières marées noires on a mis en cause la maintenance insuffisante des deux navires sinistrés. Mais la maintenance intervient aussi pour la protection de l'environnement dans des domaines beaucoup moins médiatisés. Tout d'abord, la "*fonction requise*" à laquelle il est fait référence dans la définition de la maintenance inclut dans sa description un rendement nominal que le constructeur s'efforcera de rendre le plus élevé possible et que la maintenance aura à charge de maintenir à ce niveau. Un matériel bien maintenu consommera donc un minimum de ressources naturelles, généralement non renouvelables, et produira un minimum de rejets. Cette protection

de l'environnement est évidemment cruciale dans des activités directement liées à l'environnement telles que la production et la distribution de l'eau où un dysfonctionnement conduira soit à distribuer de l'eau polluée, soit à en renvoyer dans les rivières ou les nappes phréatiques. Cette liaison entre la maintenance et l'environnement est examinée plus en détail dans un des articles de ce numéro : "Maintenance et environnement".

Un autre aspect plutôt méconnu concerne la **durée de vie** des installations. Une usine où la maintenance est bien exécutée durera plus longtemps qu'une usine mal entretenue. Cela aura des répercussions positives dans deux secteurs, qu'on aurait plutôt tendance à considérer comme antagonistes : la gestion financière et la protection de l'environnement. Sur le plan financier, l'augmentation de la durée de vie d'un bien est synonyme d'allongement de la durée d'amortissement, et elle a donc un effet positif du point de vue de la gestion financière de l'entreprise. Mais en même temps elle réduit le rythme de consommation des matières premières nécessitées par la construction de l'unité de production : il y a en quelque sorte un amortissement écologique qui décroît en même temps que l'amortissement financier. On doit souligner à ce sujet que l'accroissement de la taille des unités de production, signalé plus haut, fait que ces prélèvements de matières premières sont loin d'être négligeables. L'article de Marcel Sabaton nous décrit le programme "*durée de vie*" de l'EDF dont l'objectif est de prolonger la durée de vie de certaines centrales, et notamment des centrales nucléaires, au-delà de la durée de vie prévue au moment de leur conception. On constate, en lisant cet article, que la maintenance des centrales nucléaires fait appel à toutes les ressources scientifiques actuelles, y compris au niveau de la recherche fondamentale, sans oublier la rigueur dont les articles précédemment cités nous ont montré la nécessité.

L'importance de la maintenance dans la vie de l'entreprise, son caractère transversal, puisque nous venons de voir qu'elle met en jeu toutes les

technologies existantes, ont conduit les entreprises et les pouvoirs publics à entreprendre un travail de **normalisation** d'un type original. L'article de Bernard Méchin nous montre qu'il ne s'agit plus de normaliser des objets, ce qui n'est déjà pas simple, mais des concepts, ce qui est encore plus compliqué, et une des tâches importantes des normalisateurs a été de donner de ces concepts une définition sur laquelle l'ensemble des participants, à l'échelle de l'Europe, soit d'accord et cela ne fut pas toujours un travail aisé ; il s'agissait en effet de trouver des définitions acceptables aussi bien par des pays nordiques que par des pays méditerranéens, en dépit des différences culturelles qui peuvent séparer ces pays aussi bien que la distance. Il en a été de même pour la norme européenne pour la préparation des contrats de maintenance, qui devait rester compatible avec des systèmes et des traditions juridiques extrêmement diverses.

La maintenance est donc une fonction importante de l'entreprise, et ce serait une regrettable erreur de ne la considérer que comme un poste de dépenses et par conséquent de tout faire pour réduire les coûts de maintenance, comme cela semble malheureusement être actuellement le cas (voir l'article de Daniel Dunet sur le poids économique de la maintenance). Cela permet certes d'améliorer la rentabilité immédiate, mais au prix d'une dégradation de l'état de l'outil de travail et d'une réduction de sa durée de vie <sup>(2)</sup>. Une maintenance bien organisée est au contraire un facteur de productivité, par le maintien des caractéristiques de fonctionnement de l'outil de travail et le maintien de sa sécurité. Mais ce serait encore une erreur dans ce survol de la maintenance de rester à l'intérieur du cadre étroit de l'entreprise, on doit aussi considérer qu'il s'agit d'une activité économique qui peut participer de façon significative à la solution de quelques-uns des problèmes majeurs du siècle qui commence : l'emploi, la sécurité des personnes, la protection de l'environnement. Les différents

(2) Sans oublier les risques pour la qualité des produits ou des services.

articles de ce numéro spécial de *La Jaune et la Rouge* qui ont été évoqués permettront au lecteur de se faire une idée plus précise des enjeux de cette activité et de son importance dans notre société technique.

Enfin, n'oublions pas le poids économique et social de la maintenance. L'article de Daniel Dunet nous décrit la situation actuelle du marché de la maintenance. L'importance de ce marché est mal connue en raison du fait que la maintenance est une activité transversale qui ne constitue pas une branche industrielle, et que de ce fait elle est plus difficile à prendre en compte. On voit que la maintenance industrielle représente à l'échelle française un volume d'activités de l'ordre de 23 milliards d'euros, et que la maintenance immobilière et tertiaire représente de son côté un volume d'affaires de l'ordre de 18 milliards d'euros. En ajoutant la maintenance des ouvrages d'art le total des dépenses consacrées à la maintenance est de l'ordre de 46 milliards d'euros. Ces montants importants sont d'autant plus significatifs qu'il s'agit d'une activité de services dans laquelle la part "main-d'œuvre" est prépondérante (de l'ordre de 70 %) et qui requiert des professionnels qualifiés dans des spécialités très diverses.

On citera tout d'abord les travaux de maintenance proprement dits qui demandent en général des professionnels qualifiés et dans certains cas une haute qualification, assez fréquemment complétée par une habilitation spéciale (travaux sur les installations électriques ou travaux avec risque d'exposition aux radiations : nucléaire ou médical). Mais comme on l'a déjà dit plus haut, il ne faut pas se limiter aux opérations de maintenance proprement dites, mais penser à la préparation à la maintenance qui exigera de nombreux spécialistes dans les bureaux d'étude pour toutes les études de sûreté de fonctionnement <sup>(3)</sup>, d'analyse de pannes, de nouvelles méthodes de maintenance telles que la maintenance centrée sur la fiabilité <sup>(4)</sup>, etc. Il ne faut pas oublier non plus le travail d'**élaboration de la documentation technique** qui demande des rédacteurs de documentation, des dessinateurs, des tra-

ducteurs techniques, des codificateurs... Il s'agit là de véritables métiers et non de petits boulots, selon l'expression consacrée.

L'article de Daniel Dunet nous montre également qu'il ne faut pas considérer seulement la maintenance industrielle, mais également la maintenance immobilière et tertiaire qui est d'une importance économique comparable en termes de budgets et d'effectifs. Il s'agit de la maintenance d'immeubles qui peuvent être des immeubles d'habitation, des immeubles de bureaux, ou des immeubles à vocation spécifique : grandes surfaces commerciales, théâtres, musées, hôpitaux... Tous ces immeubles sont munis d'équipements techniques de plus en plus importants et de plus en plus complexes : ascenseurs, centrales de chauffage ou de conditionnement d'air, réseaux de toutes sortes selon le type d'immeubles (eau, eaux usées, eau chaude, air comprimé, vide, téléphone, télévision, réseau informatique, etc.), systèmes de surveillance, et la sûreté de fonctionnement de ces systèmes peut devenir vitale. Une bonne maintenance est donc un impératif aussi pour ces immeubles et requiert des professionnels confirmés. Cet aspect de la maintenance n'a pas été traité dans les articles qui suivent, mais il ne doit être ni oublié, ni sous-estimé. Sans entrer dans toutes les conséquences, il suffit de citer les problèmes de sécurité que peut entraîner une maintenance inadaptée dans un hôpital ou dans un grand immeuble de bureaux.

Le total des dépenses consacrées à la maintenance est, on l'a dit, de l'ordre de 46 milliards d'euros. Il convient d'ajouter que si l'effectif du personnel de maintenance demeure à peu près constant, l'étude de la pyramide des âges conduit à prévoir de nombreux départs en retraite dans les prochaines années. Il y aura donc un besoin important en personnel de maintenance à satisfaire à brève échéance.

En préparant le sommaire de ce numéro on n'a pas voulu se limiter strictement au cadre français, et notre camarade Mekki Zidi a bien voulu nous présenter un état de la mainte-

nance en Tunisie. Son article nous montre que la nécessité de cette activité est parfaitement comprise dans son pays.

Pour terminer sur une note humoristique, on détournera deux slogans publicitaires bien connus :

**La maintenance ne coûte cher qu'avant la panne.**

**La maintenance, c'est difficile, c'est cher, mais ça rapporte gros.** ■

---

(3) Pour les lecteurs qui ne disposeraient pas d'un recueil de normes sur la maintenance, la sûreté de fonctionnement est définie comme "l'ensemble des propriétés qui définissent la disponibilité et les facteurs qui la conditionnent : fiabilité, disponibilité, maintenabilité et logistique de maintenance".

(4) Ceci est la traduction du sigle RCM (*Reliability centered maintenance*) qui représente une méthode utilisée par l'EDF sous le sigle OMF (Optimisation de la maintenance par la fiabilité).